

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-085134

(43)Date of publication of application : 06.04.1993

(51)Int.Cl.

B60G 17/015

B60G 17/08

F16F 9/50

F16F 15/08

(21)Application number : 03-243495

(71)Applicant : AISIN SEIKI CO LTD

TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC

(22)Date of filing : 24.09.1991

(72)Inventor : KUROKAWA YASUAKI

MORI NAOKI

NAKAI KIYOTAKA

HIROSE MIHARU

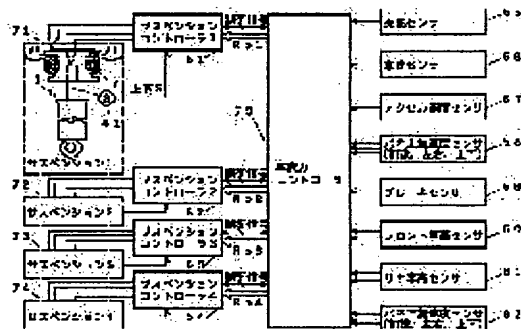
SHIGA TORU

## (54) SUSPENSION DEVICE FOR VEHICLE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To carryout stabilization of the attitude of a car body through control of the damping force of a suspension more effectively by providing an elstic modulus adjusting means for fixing the elastic modulus of an elastic member to an elastic modulus previously made correspond to the calculated damping force.

**CONSTITUTION:** A suspension device comprises a suspension 71 including a variable damping force shock absorber 1 and an elastic member 7 with a variable elastic modulus interposed between its piston rod and a member for supporting a car body and a damping force calculating means 70 for detecting a parameter value for bringing a change of attitude of a car body and calculating the damping force for controlling the change of the attitude corresponding to the parameter value. The suspension device further comprises a damping force adjusting means 51 for fixing the damping force of the shock absorber 1 to a calculated damping force  $R_{o1}$  and an elastic modulus adjusting means 51 for fixing the elastic modulus of the elastic member 7 to an elastic modulus previously made correspond to the calculated camping force  $R_{o1}$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】減衰力可変のショックアブソーバ、そのピストンロッドの上部に回転自在に、上下方向には一体に結合された第1部材、車体に結合され車体を支持する第2部材、および、第1部材と第2部材の間に介挿された可変弾性率の弾性部材、を含むサスペンション；車体に姿勢変化をもたらすパラメータの値を検出し該パラメータ値に対応した該姿勢変化を抑制する減衰力を算出する減衰力演算手段；前記ショックアブソーバの減衰力を該算出された減衰力に定める減衰力調整手段；および、前記弾性部材の弾性率を、前記算出された減衰力に予め対応付けられている弾性率に定める弾性率調整手段；を備える、車両の懸架装置。

【請求項2】可変弾性率の弾性部材は、一定ピッチで平行に並んだ複数個の電極、これらの電極間を埋めた、電場の作用により電気分極する微粒子が分散した電気絶縁性高分子材料でなり、電界強度に応じて弾性率が変わる固体層、および、前記平行に並んだ複数個の電極を1つ飛びに共通接続した電気接続手段、を有する請求項1の、車両の懸架装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は車両上のサスペンションに関し、特に、車体の姿勢変化を抑制するための減衰力の調整および車輪振動の車体への伝播の抑制すなわちインシュレーションに関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般にサスペンションは、車輪に対して車体を支えるショックアブソーバおよびスプリングと、これらの車体支持側端部を車体に結合する振動遮断用の弾性部材を有する。

【0003】快適な乗り心地を得る時にはショックアブソーバの減衰力は小さく（ばね特性がやわらかく）設定され、車輪の比較的に低周波数の振動を吸収する。また、車両の加速時、減速時、転舵時の車体姿勢の乱れ（ノーズアップ、ノーズダウン、横傾等々）を抑制するように、姿勢の乱れを生ずるような走行状態や運転状態では減衰力が大きく（ばね特性がかたく）設定される。この種の減衰力制御は各種提案されており各種公知である。例えば特開平2-171310号公報に1つの減衰力制御装置が開示されている。ショックアブソーバの車体支持側端部を車体に結合する振動遮断用の弾性部材は、車輪の振動、特に比較的に高周波数の比較的に小振幅の振動、を吸収する。

【0004】車両の加速時、減速時、転舵時等の車体姿勢の乱れを抑制するようにショックアブソーバの減衰力を大きくすると、ショックアブソーバのばね特性がかたくなって車体の沈み又は浮きを抑止するが、ショックアブソーバの車体支持側端部を車体に結合する振動遮断用の弾性部材は、その弾性率が一定であるので、圧縮され

2

て縮み又は引張られて伸びる。この縮み又は伸びは、ショックアブソーバが抑制しようとする車体の姿勢変化をもたらすことになり、弾性部材の縮み又は伸びがある分、ショックアブソーバによる姿勢変化の抑制効果が低い。

【0005】実公昭62-8162号公報には、ゴムなどの弾性体とオイルダンパを備えるマウント構造が開示されている。ゴムなどの弾性体は比較的に高周波数の比較的に小振幅の振動を抑制する効果があり、オイルダンパは比較的に低周波数の比較的に大振幅の振動を抑制する効果があるが、いずれも、ショックアブソーバが大減衰力となって車体の沈み又は浮きを抑止しようとしているとき、縮み又は伸びて、ショックアブソーバによる姿勢変化の抑制効果を弱めることになる。

【0006】特開昭62-113935号公報には、ゴムリングを間に置いた金属板間に電気粘性効果のある液体を満した液体ダンパが開示されている。金属板間の液体は金属板間に加えられる電圧により粘性が変化する。この液体はゴムリングと金属板の間の隙間を通してゴムリングの外側の空間に出入りするが、電界を変えると粘性が変わり、これにより隙間を通る液抵抗が変わって、ばね特性が変わる。しかし、ショックアブソーバが大減衰力となって車体の沈み又は浮きを抑止する時間が長いと、すなわち比較的に長時間沈み力又は引張力が液体ダンパに作用したときには、ゴムリング端面と金属板の間の隙間を通る液流が少くなり、ゴムリングが圧縮されて縮み又は引張られて伸びる。この縮み又は伸びは、ショックアブソーバが抑制しようとする車体の姿勢変化をもたらすことになり、ゴムリングの縮み又は伸びがある分、ショックアブソーバによる姿勢変化の抑制効果が低い。すなわち、ショックアブソーバが大減衰力となって車体の沈み又は浮きを抑止するときに、その期間が短い場合には、ショックアブソーバと同様に液体ダンパの減衰力を大きく変更することにより液体ダンパの縮み又は伸びが抑制され、姿勢変化の抑制に効果をもたらすかも知れないが、比較的に長時間ショックアブソーバの減衰力が大に維持されると、ゴムリングが次第に縮み又は伸びて、車体に沈み又は浮きをもたらす。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述の如き、ゴムなどの弾性部材、オイルダンパ、液体ダンパ等は、ショックアブソーバが大減衰力となって車体の沈み又は浮きを抑止しようとしているとき、縮み又は伸びて、ショックアブソーバによる姿勢変化の抑制効果を弱める。

【0008】本発明は、この種の問題点を改善することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の懸架装置は、減衰力可変のショックアブソーバ(1)、そのピストンロッド(10)の上部に回転自在に、上下方向には一体に結合さ

(3)

3

れた第1部材(5,6)、車体に結合され車体を支持する第2部材(8,9)、および、第1部材(5,6)と第2部材(8,9)の間に介挿された可変弾性率の弾性部材(7)、を含むサスペンション(71)；車体に姿勢変化をもたらすパラメータの値を検出し該パラメータ値に対応した該姿勢変化を抑制する減衰力(Ro1)を算出する減衰力演算手段(70)；前記ショックアブソーバ(1)の減衰力を該算出された減衰力(Ro1)に定める減衰力調整手段(51)；および、前記弾性部材(7)の弾性率を、前記算出された減衰力(Ro1)に予め対応付けられている弾性率に定める弾性率調整手段(51)；を備える。なお、カッコ内の記号は、図1に示す実施例の対応要素を示す。

【0010】本発明の一実施態様では、サスペンション(71)の弾性部材(7)は、一定ピッチで平行に並んだ複数個の電極(7c,7d)、これらの電極間を埋めた、電場の作用により電気分極する微粒子が分散した電気絶縁性高分子材料でなり、電界強度に応じて弾性率が変わる固体層(7e)、および、前記平行に並んだ複数個の電極(7c,7d)を1つ飛びに共通接続した電気接続手段(7a,7b)、を有する。

【0011】

【作用】減衰力演算手段(70)が、車体に姿勢変化をもたらすパラメータの値を検出し該パラメータ値に対応した該姿勢変化を抑制する減衰力(Ro1)を算出し、減衰力調整手段(51)が、ショックアブソーバ(1)の減衰力を該算出された減衰力(Ro1)に定めるので、車両の加速(加速度)、減速(減速度)、転舵(ステアリング回転角度&車速)、路面の凹凸による車輪の落ち込みや突上げ等、車体に姿勢変化をもたらすパラメータによる車体姿勢の乱れが抑制される。加えて、弾性率調整手段(51)が、弾性部材(7)の弾性率を、前記算出された減衰力(Ro1)に予め対応付けられている弾性率に定めるので、この弾性率を、該減衰力(Ro1)において弾性部材(7)に過度の縮み又は伸びを生じない値に予め設定しておくことにより、例えば、車両の加速時、減速時、転舵時、車輪のバウンドアップ、ダウン等の車体姿勢の乱れを抑制するようにショックアブソーバの減衰力を大きくするときに、これに対応して、弾性部材(7)の荷重に対するたわみ量が小さくなり(図4)、ショックアブソーバのばね特性がかたくなって車体の沈み又は浮きを抑止し、弾性部材(7)の、圧縮力又は引張り力に対する圧縮量又は伸び量が小さくなって、ショックアブソーバによる姿勢変化の抑制が大きく発揮される。

【0012】本発明の上記実施態様によれば、弾性部材(7)が、平行に並んだ複数個の電極(7c,7d)を電気接続手段(7a,7b)で1つ飛びに共通接続したものであるので、該電気接続手段(7a,7b)を介して、隣り合う電極(7c,7d)間にある電圧を加えると、隣り合う電極(7c,7d)間の固体層(7e)に該電圧に比例する電界が加わる。しかして、固体層(7e)が、電場の作用により電気分極する微粒子が

4

分散した電気絶縁性高分子材料でなり、電界強度に応じて弾性率が変わるものであるので、電気接続手段(7a,7b)を介して加える隣り合う電極(7c,7d)間の電圧値により、固体層(7e)の弾性率が定まり、該電圧値を変更することにより該弾性率が変わる(図4)。すなわち、可変弾性部材(7)の弾性率を、電気接続手段(7a,7b)を介して隣り合う電極(7c,7d)間に加える電圧値により、コントロールすることができる。また、可変弾性部材(7)が電極(7c,7d)と固体層(7e)の積層構造であるので、オイルダンパや液体ダンパなどに必要とされる高耐荷重の液密構造が不要であり、該積層構造は合成樹脂積層技術で容易かつ高精度に行ないうるので、構造および製造が簡単になる。本発明の他の目的および特徴は、図面を参照した以下の実施例の説明より明らかになる。

【0013】

【実施例】図1に、本発明の一実施例で用いられるサスペンションを示す。図1においてショックアブソーバ1のピストンロッド10の上端には、ベアリング2の内輪およびばね受け4が固着され、ばね受け4にスプリング3の上端がはまっている。ベアリング2の外輪には、アブソーバ取付金具5、6が固着されている。取付金具5、6には、大略ドーナツ形の可変弾性体7の下端内周面が接合されている。可変弾性体7の外周面には車体取付金具8が接合されている。車体取付金具8は、ねじ9で車体フレームに固着される。

【0014】可変弾性体7は、導電層を内表面に有する外側ゴム外被7aと内側ゴム外被7bの間に、導電箔7c、7dが裏面に接合された電気絶縁性高分子シート7eを略ドーナツ形に積層一体化した内部弾性体を介挿して、外側ゴム外被7aと内側ゴム外被7bとを、それらの導電層間に十分な絶縁距離を置いて、接合一体化したものである。電気絶縁性高分子シート7eは、本願発明者の一部等が先に特許出願した特開平3-91541号に開示したものであり、誘電粒子を分散した電気絶縁性ゴム又は高分子ゲルのシートである。シート7eの積層体でなる内部弾性体の内の、図1で車体取付金具8側から奇数番目のシートの裏面に接合されている円板リング状の導電箔7dは、それらの内周端が内側ゴム外被7bの裏面(内面)の導電層に実質上接触するように、円板リング状のシート7eの内周端まで延びあるいは更にわずかに内側(リング中心方向)に突出しているので、シート7eの積層体でなる内部弾性体を図1に示すように外側ゴム外被7aと内側ゴム外被7bの間に充填した状態では、図1で図1で車体取付金具8側から奇数番目のシートの裏面に接合されている円板リング状の導電箔7dは内側ゴム外被7bの裏面(内面)の導電層に実質上電気接続されている。しかし、導電箔7dを外側ゴム外被7aの裏面(内面)の導電層から絶縁するように、奇数番目のシートの裏面に接合されている円板リング状の導電箔7dの外周端は、円板リング状のシート7eの

(4)

5

外周端よりも内側にある。

【0015】図1で車体取付金具8側から偶数番目のシートの裏面に接合されている円板リング状の導電箔7cは、それらの外周端が外側ゴム外被7aの裏面（内面）の導電層に実質上接触するように、円板リング状のシートの外周端まで延びあるいは更にわずかに外側（リング中心より外に向かう方向）に突出しているため、シート7eの積層体でなる内部弾性体を図1に示すように外側ゴム外被7aと内側ゴム外被7bの間に充填した状態では、図1で車体取付金具8側から偶数番目のシートの裏面に接合されている円板リング状の導電箔7cは、外側ゴム外被7aの裏面（内面）の導電層に実質上電気接続されている。しかし、導電箔7cを内側ゴム外被7bの裏面（内面）の導電層から絶縁するように、偶数番目のシートの裏面に接合されている円板リング状の導電箔7cの内周端は、円板リング状のシートの内周端よりも内側（リング中心から外に向かう方向）にある。

【0016】ここで、導電箔7d、7cがゴム外被7b、7aの導電層に実質上接触するとか実質上電気接続されるとかは、必ずしも機械的な完全接触あるいは結合を意味するものではなく、内側ゴム外被7bの導電層と外側ゴム外被7aの導電層の間にある電圧（数百～数千V）を加えたとき、この電圧がほとんど低下せずに奇数番目のシートの導電箔7dと偶数番目のシートの導電箔7cの間に現われるに十分な電氣的接続状態を意味する。

【0017】内側ゴム外被7bおよび外側ゴム外被7aにはそれぞれ電気リードが接続されており、各電気リードの心線がそれらの導電層に電気接続されている。内側ゴム外被7bに接続された電気リードと外側ゴム外被7aに接続された電気リードの間に電圧を印加すると、この電圧が隣り合う導電箔7c、7d間に加わり、隣り合う導電箔7c、7d間の、誘電粒子を分散した電気絶縁性ゴム又は高分子ゲルでなる電気絶縁性高分子シート7eにこの電圧が加わる。

【0018】シート7eの、加重に対するたわみ量の関係を図4に示す。この実施例では、シート7eは、それに加わる電圧（7c/7d間電圧）が高い程、弾性率が高いたわみ量が小さくなり、圧縮力や引張力に対する縮み抵抗および伸び抵抗が大きくなる。逆に電圧を下げると、振動吸収能力が高くなる。

【0019】図2に、図11に示すショックアブソーバ1の内部構造を示し、その一部を拡大して図3に示す。ピストンロッド10が貫通する上エンドベース11には、内シリンダ12および外シリンダ13の上端部が同心に固着されている。ピストンロッド10の下端部にはピストン14が固着されている。外シリンダ13の下端部は下エンドベース18に固着されているが、内シリンダ12の下端は、下エンドベース18で支えられた弁装置17に固着されている。内シリンダ12の内空間は、

6

ピストン14で上空間15と下空間16に区分されている。弁装置17と下エンドベース18の間の空間（下エンドベース空間）18aは、弁装置17の下脚部の通路路を通して、内、外シリンダ12、13間の空間すなわち外空間24に連通している。内シリンダ12の内部には液体が封入されている。外空間24には、液体と気体が封入されている。

【0020】弁装置17には、下空間16と下エンドベース空間18aの間を連通とする2組の通流路19、22が形成されており、第1組の通流路19は、下空間16側の開口部で、圧縮コイルスプリング21で押下されている円板状の逆止弁部材20で閉じられている。第2組の通流路22は、下エンドベース空間18a側の開口部で、板ばね23aで押上げられた逆止弁部材23で閉じられている。

【0021】路面の凹凸により、車輪が突上げられるときには、シリンダ12とピストン14との間には、ピストン14がシリンダ12に対して相対的に下方に移動する方向の力が作用し、ピストン14が相対的に下方に移動しようとし、下空間16の圧力が高くなる。この圧力が所定値以上になると、該圧力により板ばね23aの押上力に抗して逆止弁部材23が下方に駆動されて内空間16の圧力が第2組の通流路22および下エンドベース空間18aを通して外空間24に抜ける。これにより、ピストン14の下移動が可能となり、ピストン14が下方向に移動する。これにより、車輪の突上げによるピストンロッド10（車体）の突上げが緩衝される。

【0022】路面の凹凸により、車輪が降下するときには、シリンダ12とピストン14との間には、ピストン14がシリンダ12に対して相対的に上方に移動する方向の力が作用し、ピストン14が相対的に上方に移動しようとし、下空間16の圧力が低下する。この圧力が所定値以下になると、該圧力により圧縮コイルスプリング21の押下力に抗して逆止弁部材20が上方に駆動されて外空間24の圧力が下エンドベース空間18aおよび第1組の通流路19を通して下空間16に抜ける。これにより、ピストン14の上移動が可能となり、ピストン14が上方に移動する。これにより、車輪の降下によるピストンロッド10（車体）の降下が緩衝される。

【0023】以上に説明した、弁装置17による車輪突上げ時の減衰力および車輪降下時の減衰力は、通流路22および19の流路断面積が固定であるので、固定である。次にショックアブソーバ1の可変減衰力機構を説明すると、ロッド10は中空であって、その下端がピストンロッド10を上下に貫通しているため、ピストンロッド10の内部下方空間（27、28）は、ロッド10の通流口10aを通して下空間16と連通している。ピストンロッド10の内部下方空間（27、28）には、略中央部に気密用のフランジ26を有するカップ状の有底筒体25が挿入されて、その上開口縁部がロッド10の

(5)

7

内壁に固着されている。この筒体25のフランジ26 (に結合されたOリングなどのシール材) により、ピストンロッド10の内部下方空間(27, 28)は、下空間16に連通するロッド内下空間28と、ロッド10の側壁に周方向に等間隔に開けられた6個の穴である通流口29を通して上空間16と連通したロッド内上空間27と、に区画されている。有底筒体26の側壁には、フランジ26の上側に6個の穴30が、フランジ26の下側に6個の穴31が周方向に等間隔で開けられている。有底筒体25の上開口端面には、リング状の磁性体材であるエンドプレート25aの下面が当接しており、このエンドプレート25aが有底筒体25を下方に押した形で、圧入によりロッド10に固着されている。エンドプレート25aの上には、電気コイル38が巻回されたボビン38aが配設されている。有底筒体25には、磁性体ブランジャ32の下部太径部が進入しており、ブランジャ32の上部細径部がエンドプレート25aを上下に貫通している。

【0024】ブランジャ32の下部太径部にはリング状の溝35が形成されており、この溝35により2つのフランジ33, 34が形成され、これらのフランジ33, 34が有底筒体25の内面に接触している。リング状の溝35の溝(上下方向)は、有底筒体25の上下の穴30と31の上端から下端に及ぶものである。ブランジャ32の上部太径部の上端面は逆錐形のテーパ面であり、その中心部に、圧縮コイルスプリング36を収納する丸穴が形成されている。コイルボビン38aには、釘形の磁性体コア37が挿入されており、その下脚端部は、ブランジャ32のテーパ面と相補関係にある錐形であって、その中央部に、圧縮コイルスプリング36の上端を受ける丸穴が開けられている。

【0025】電気コイル38が非通電(オフ)のときには、圧縮コイルスプリング36の反発力でブランジャ32が押し下げられて、図3に示すように、溝35が穴31の全体と完全に連通するが、フランジ33が穴30を、わずかな隙間を残してほぼ閉じているので、上空間15-穴29-ロッド内上空間27-穴30-溝35-穴31-ロッド内下空間28-通流口10a-下空間16の径路をとり、上下空間(15-16)間通流路の流路断面積が最低であり、ピストン14が動きにくい。すなわち、ブランジャ32により定まる減衰力(可調整減衰力)は、該ブランジャ32で設定しうる減衰力の最低値である。

【0026】電気コイル38に通電し、ブランジャ32がコア37に吸引されて最上部(ブランジャ32がコア37に当接)まで駆動されると、穴30および31がそれぞれ全体で完全に溝35と通流し、上記上下空間(15-16)の間の通流路の流路断面積が最高となり、ピストン14が動き易い。すなわちブランジャ32により定まる減衰力(可調整減衰力)は、該ブランジャ32で

8

設定しうる減衰力の最高値である。

【0027】磁性体コア37(の下端形状)、ブランジャ32(の上端形状)、圧縮コイルスプリング36(のばね定数)および電気コイル38(の巻回数、巻回長および巻回厚)は、電気コイル38の通電電流値に対して、磁性体コア37に対するブランジャ32の距離が略比例関係になるように設計されており、電気コイル38の通電電流値により磁性体コア37に対するブランジャ32の距離、つまりは可調整減衰力、が定まる。

【0028】図5に、図1に示すサスペンションを用いた本発明の一実施例を示す。サスペンション71~74のそれぞれは、図1に示す可変弾性体7およびコイルスプリング3ならびに図2に示すショックアブソーバ1で構成されている。これらのサスペンション71~74のそれぞれは、サスペンションコントローラ51~54に接続されている。サスペンション71~74の可変弾性体7および電気コイル38には、それぞれコントローラ51~54が電圧を印加した電流を流す。コントローラ51~54は、実質上同一構成であり、実質上同一のロジックで、可変弾性体7に印加する電圧値および電気コイル38の通電電流値を制御する。

【0029】サスペンション71~74のショックアブソーバ1のピストンロッド10には、それぞれ上下振動の振幅を表わすアナログ電圧すなわち振動検出電圧を発生する振動センサ41が結合されており、振動センサ41が発生する振動検出電圧がそれぞれコントローラ51~54に与えられる。コントローラ51~54のそれぞれは、振動検出電圧を受けるローパスフィルタ、該ローパスフィルタで高周波ノイズを抑制した振動検出電圧を一次微分して振動速度を示すアナログ電圧を得てこれを二次微分して振動加速度を示すアナログ電圧を発生する微分回路、および、振動加速度の絶対値を表わす電圧すなわち振動加速度絶対値信号を発生する絶対値回路、ならびに、マイクロプロセッサ(以下CPUと称す)を主体とするコンピュータシステムおよび入、出力インターフェイス(コイル38に通電するコイルドライバおよび可変弾性体7に電圧を印加する可変高電圧回路を含む)を含み、上下振動の加速度(いわゆる車体の各サスペンション部の上下G)の絶対値を表わすアナログ電圧すなわち上下振動加速度信号Vgを発生しこの信号VgをCPUでデジタル変換して読取る。

【0030】サスペンションコントローラ51~54には、CPUを主体とするコンピュータシステムおよび入、出力インターフェイスを含む減衰力コントローラ70が、各サスペンション宛ての減衰力指示データR01~R04を与える。減衰力コントローラ70には、車両走行状態および運転状態を把握するための各種センサ55~62、ならびに、図示は省略したが、減衰力目標値指定用のスイッチあるいはポテンショメータ、車両走行状態対応の減衰力制御モード指定用のスイッチ、モード

9

制御オン／オフ指示用のスイッチ等々が接続されている。

【0031】減衰力コントローラ70は、上記スイッチ等の入力手段による指定と、上記各種センサで把握した走行状態および運転状態に対応して、車両加速時のノーズアップ、減速時のノーズダウン、転舵時の横傾、路面凹凸による車体のバウンドアップ、ダウン等々の車両姿勢の乱れを抑止し、かつ快適な乗心地を確保するための各サスペンションの減衰力を演算し、これらを示すデータR01～R04を各サスペンション宛てに与える。

【0032】サスペンションコントローラ51～54のそれぞれのコンピュータシステムには、後述の、車輪に上下振動があってもピストンロッド10の振動を抑制するための減衰力を算出するプログラムおよびショックアブソーバ1の減衰力を、算出した所要減衰力に設定しかつ可変弾性体7のばね特性を、該所要減衰力に対応して、可変弾性体7に過度の縮み又は伸びを生じないものに設定するプログラム、ならびに、ロッド10の上下振動抑制用の減衰力算出のために参照するデータ群、該減衰力に対応した可変弾性体7印加電圧算出のために参照するデータ群およびその他の各種データが格納されている。サスペンションコントローラ51～54のそれぞれのCPUは、振動センサ41の検出値に基づいて得られた上下振動加速度絶対値信号および減衰力コントローラ70が与える減衰力指示データR0i (i=1, 2, 3, 4)を所定周期でメモリに読込んで、ショックアブソーバに設定すべき減衰力ATdi (i=1, 2, 3, 4)を算出し、これを可変弾性体7に印加すべき電圧値に変換し、かつ、電気コイル38に通電すべき電流値 (この実施例では、通電電流値は、通電デューティ制御で定めるので、具体的には通電デューティ)に変換して、該電圧値の出力を、可変弾性体7に電圧を印加する可変高電圧回路に指示し、かつ、通電すべき電流値対応のデューティのオン(通電)／オフ(非通電)を、電気コイル38に通電するコイルドライバに指示する。コイルドライバは、オンが指示されると電気コイル38と定電圧電源回路の出力端との間を接続し、オフが指示されるとこの接続を遮断する。電気コイル38の電流値は、時系列の平均値で、 $I_f \times (T_s - T_d) / T_s$ となる。なお、 $T_s$ はデューティ制御の一周期の長さ(時間)、 $T_d$ は該一周期の内の、非通電(オフ)とする長さ(時間)で、 $(T_s - T_d)$ が一周期の内の通電(オン)とする長さ(時間)であり、 $I_f$ は一周期 $T_s$ の間連続して通電したときの通電電流値である。

【0033】図6に、サスペンションコントローラ51のCPUの制御動作を示す。該CPUは、それに電源が投入されると、可変弾性体7および電気コイル38共にオフ(電圧印加なし、通電なし)とし、内部レジスタ、タイマ、カウンタ等を待機時に設定すべき内容に設定し、後述する内部割込み1および内部割込み2の禁止を

(6)

10

設定する(ステップ2:以下カッコ内では、ステップとかサブルーチンという語を省略し、それに付した番号数字のみを記す)。コントローラ51のCPUは次に、電気コイル38の通電デューティ制御に使用するオフ期間レジスタTDに、デューティ制御の一周期 $T_s$ を示すデータ $T_s$ を書込み(3)、TD時限(TDはレジスタTDの内容)をとるタイマTDをスタートして(4)、内部割込み1を許可する(5)。

【0034】なお、電気コイル38の通電デューティ制御は、第9図の(b)に示すように、その一周期を $T_s$ として $T_d (\leq T_s)$ の間電気コイル38を非通電とし、次の $(T_s - T_d)$ の間電気コイル38に通電し、これを $T_s$ 周期で繰り返すものであり、レジスタTDの内容は、この $T_d$ を指定するものである。内部割込み1の内容を、図7の(a)に示す。この内部割込み1は、タイマTDのタイムオーバにより起動され、この内部割込み1に進むと、 $TD (= T_d)$ が $T_s$ 未満(周期的な通電要:  $ENF=1$ )のときにはコイル38をオンにして(16, 30)、通電時間を定めるためのタイマ $T_s - TD$ をスタートし(21)、内部割込み2を許可する(22)。内部割込み2の内容を図7の(b)に示す。この内部割込み2は一周期内の通電時間 $T_s - T_d$ が経過したときに電気コイル38をオフにするものであり、タイマ $T_s - TD$ のタイムオーバにより起動される。内部割込み2に進むと、コイル38をオフにし(43)、非通電時間を定めるためのタイマTDをスタートする(44)。内部割込み1と2により、 $TD (= T_d)$ が $T_s$ 未満(周期的な通電要:  $ENF=1$ )のときには、図9の(b)に示すように電気コイル38のオン／オフが繰返えされ、電気コイル38には、 $(T_s - TD) / T_s \times 100\%$ のデューティの通電が行なわれる。

【0035】 $TD (= T_d)$ が $T_s$ 以上(連続オフ要:  $ENF=0$ )のときには、内部割込み1ではコイル38をオフにし(16, 17)内部割込み2を禁止する(18)。内部割込み1でコイル38をオンにすることがないので、電気コイル38は連続オフとなる。

【0036】さて、図6のステップ5を終えるとコントローラ51のCPUは、前右車輪部上下振動の加速度絶対値 $V_g$ のサンプリング周期(=電気コイル38の通電デューティの更新周期) $dt$ を定めるための、 $dt$ 時限のタイマ $dt$ をスタートして(6)、前右車輪部上下振動の加速度絶対値 $V_g$ をデジタルデータに変換してレジスタVGに書込み、かつ、減衰力コントローラ70が与えている減衰力指示データR01をレジスタROUTに書込む(7)。次に、前右車輪部の上下振動の加速度絶対値 $V_g$ に基づいて、車体の、前右車輪部の上下振動を抑制する減衰力 $A_{vdf}$ を算出する(8)。 $A_{vdf}$ の算出(8)では、メモリ(ROM)のあるメモリ領域(調整データテーブル)に、上下振動の加速度絶対値 $V$

(7)

11

g 対応の減衰力調整分標準値データ (A v g) が書込まれているので、CPUは上下振動の加速度絶対値V g (レジスタVGの内容) で、それに対応付けられている調整分標準値データA v gを指定して、これをメモリの\*

$$A v d f = K v 1 \cdot [K v 2 \cdot A v g + K v 3 (A v g - A v g p)]$$

K v 1 : 目標減衰力 (R o 1) との寄与比 (分配比) ,  
K v 2 : P I (比例・微分) 制御の比例項の係数,  
K v 3 : P I (比例・微分) 制御の微分項の係数,  
A v g p : d t 前に、V g に対応して調整データテーブルより読出した減衰力調整分標準値データA v g (=レジスタAVGPの内容),

(A v g - A v g p) : 微分項 (d t の間の、減衰力調整分標準値A v g の変化量。

そして、今回読出した減衰力調整分標準値A v g をレジスタAVGPに書込む。このレジスタAVGPに書込まれたデータは、次回 (d t 後) に「A v d f 算出」

(8) に進んだときのA v d f の算出において、減衰力調整分標準値A v g の変化量 (A v g - A v g p) の算出にA v g pとして用いられる。

【0037】サスペンションコントローラ51のCPUは次に、ショックアブソーバ1に設定すべき減衰力A T d 1を次のように算出する (9)。

$$A T d 1 = R o 1 + A v d f$$

なお、R o 1は減衰力コントローラ70が与えている減衰力指示値である。

【0038】サスペンションコントローラ51のCPUは次にショックアブソーバ1に設定すべき減衰力A T d 1に対応する、可変弾性体7に印加すべき電圧V 7を算出する (10A)。メモリ (ROM) のあるメモリ領域 (電圧値変換テーブル) に、ショックアブソーバ1の減衰力設定値に対応する、該減衰力に整合する可変弾性体7のばね特性をもたらし電圧値データV 7が格納されている。ショックアブソーバ1の減衰力設定値に対する該電圧値データV 7の相関特性を図8に示す。この電圧値データV 7は、ショックアブソーバ1が車体姿勢の乱れを抑制するようにかたい (減衰力大) ときに可変弾性体7が過度に縮み又は伸びを生じないばね特性 (荷重に対するたわみ量: 図4) に可変弾性体7を定めるものである。「A T d 1対応の電圧の読出し」 (10A) では、電圧値変換テーブルより、A T d 1に対応する電圧データV 7を読出す。そしてこのデータV 7が指定する電圧V 7を、コントローラ51内の可変高電圧回路を介して可変弾性体7に印加する (10B)。これにより可変弾性体7の、上から奇数番目の導電箔7 d と偶数番目の導電箔7 c の間に、電圧V 7が加わり、可変弾性体7が、図4に示す如きの荷重対たわみ量曲線 (複数) のうちの、電圧V 7に対応するもの、で表わされるばね特性に定まる。

【0039】サスペンションコントローラ51のCPUは次に、ステップ9で算出した減衰力A T d 1をもたら

12

\*調整データテーブルより読み出す。そして、V g をもたらし前右車輪部の車体振動を抑制するための減衰力調整分A v d f を次のように算出する。

す通電デューティ (を定めるオフ時間T d) を算出する (10c)。これにおいては、メモリ (ROM) のあるメモリ領域 (デューティ変換テーブル) に、各減衰力をもたらしデューティデータ (オフ期間データ) T d が書込まれているので、CPUは、算出した減衰力A T d 1で、それに対応付けられているオフ期間データT dを指定して、このデータT dをデューティ変換テーブルより読み出す。次にCPUは、読み出したデータT dをレジスタTDに書込み (11)、該データT d (=レジスタTDの内容TD) が通電デューティ制御の一周期T s以上 (連続オフ要) 可否 (オン/オフ要) をチェックする (12)。T s 以上であると、連続オフを指定するために、レジスタENFに0を書込み (14)、T s 未満であるとオン/オフ要を指定するために、レジスタENFに1を書込む (13)。CPUは次にタイマd t がタイムオーバーしたか否かをチェックし (15)、タイムオーバーすると、又は、タイムオーバーしていないとタイムオーバーを待つて、ステップ6に戻ってタイマd t をスタートする。以下、ステップ6~15をこの順に、実質上d t 周期で繰返し実行する。

【0040】以上に説明したサスペンションコントローラ51の制御動作により、前右車輪部のサスペンション71のショックアブソーバ1の減衰力が、車体姿勢を適正に保つために減衰力コントローラ70が指定する減衰力指示値R o 1を、前右車輪の車振動による前右車輪部の車体の上下振動を吸収するための減衰力A v d f で補正した減衰力A T d 1に設定され、かつ、サスペンション71の可変弾性体7のばね特性 (荷重対たわみ量すなわち弾性率) が、減衰力A T d 1において可変弾性体7が過度の縮み又は伸びを生じないものに設定される。サスペンションコントローラ52~54の制御動作も51のものと同様であり、サスペンションコントローラ52, 53および54は、それぞれ前左車輪部、後右車輪部および後左車輪部のサスペンション72, 73および74のショックアブソーバと可変弾性体の減衰力およびばね特性を同様に制御する。これにより、主に減衰力コントローラ70の制御 (R o 1~R o 4の演算と指示) により車体姿勢を適正に維持するための各車輪部のショックアブソーバの減衰力が設定され、かつ、主にサスペンションコントローラ51~54の制御により各車輪部の振動を吸収するように各車輪部のショックアブソーバの減衰力が補正されしかも各車輪部の可変弾性体が過度の縮み又は伸びを生じないようにそれらのばね特性が設定される。したがって車体姿勢が適正に維持されしかも各車輪の上下振動が、低周波数成分は主にショックアブ



(8)

13

ソーバにより、高周波数成分は主に可変弾性体により吸収されて、車体への伝播が抑制される。

【0041】車体姿勢変化を実質上生じないような走行状態および運転状態では、減衰力コントローラ70は減衰力指示データR01～R04を、乗心地を最も快適とする観点から、大きく（やわらかく）定める。可変弾性体7もこれに対応してやわらかくなるので、各車輪の振動、特に比較的到高周波数の振動、が可変弾性体7で十分に吸収される。車体姿勢変化が見込まれるときにはその程度に対応して姿勢変化が大きく見込まれる程ショックアブソーバの減衰力が大きく（かたく）定められ、これに対応して可変弾性体7がかたく定められるので、各車輪の高周波数の振動の吸収効果が下がるが、可変弾性体7の過度の縮み、伸びを生じないので車体姿勢変化の抑制効果が高い。すなわち車体姿勢の抑制効果が高いので、操縦安定性が向上する。

【0042】

【発明の効果】以上の通り本発明の懸架装置によれば、弾性率調整手段(51)が、弾性部材(7)の弾性率を、前記算出された減衰力(R01)に予め対応付けられている弾性率に定めるので、この弾性率を、該減衰力(R01)において弾性部材(7)に過度の縮み又は伸びを生じない値に予め設定しておくことにより、例えば、車両の加速時、減速時、転舵時、車輪のパウンドアップ、ダウン等の車体姿勢の乱れを抑制するようにショックアブソーバの減衰力を大きくするとき、これに対応して、弾性部材(7)の弾性率が高くなって荷重に対するたわみ量が小さくなり(図4)、ショックアブソーバのばね特性がかたくなって車体の沈み又は浮きを抑止し、弾性部材(7)の、圧縮力又は引張り力に対する圧縮量又は伸び量が小さくなって、ショックアブソーバによる姿勢変化の抑制が大きく発揮される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例で用いるサスペンションの縦断面図である。

【図2】 図1に示すショックアブソーバ1の縦断面図である。

14

【図3】 図2の一部分を拡大して示す縦断面図である。

【図4】 図1に示す可変弾性体7の、荷重に対するたわみ量の関係を示すグラフである。

【図5】 本発明の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図6】 図5に示すサスペンションコントローラ51のCPUの制御動作を示すフローチャートである。

【図7】 図5に示すサスペンションコントローラ51のCPUの割込み処理動作を示すフローチャートである。

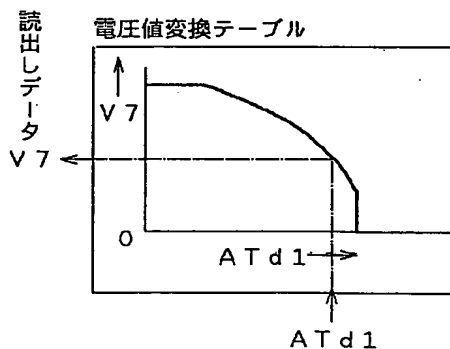
【図8】 図5に示すサスペンションコントローラ51のメモリに書込まれている電圧値データが指定する値と、ショックアブソーバに定める減衰力ATd1の値との相関を示すグラフである。

【図9】 (a)は図5に示すサスペンションコントローラ51のメモリに書込まれているオフ時間Tdと、このオフ時間Tdによりもたらされるショックアブソーバ減衰力ATd1との相関を示すグラフであり、(b)は図2に示す電気コイル38のオン/オフを示すタイムチャートである。

【符号の説明】

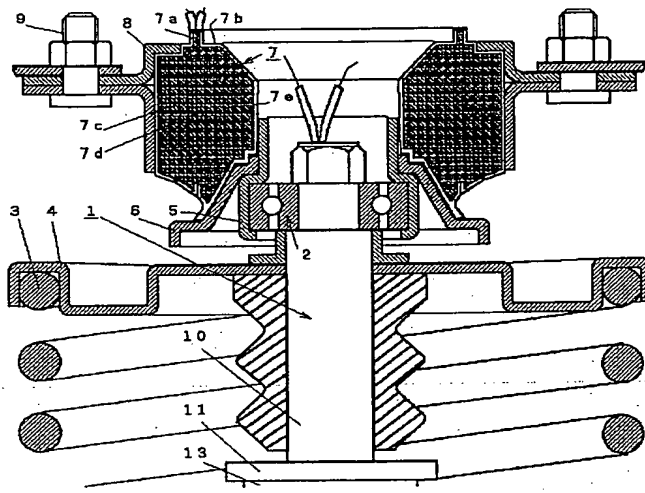
- |             |                |
|-------------|----------------|
| 1：ショックアブソーバ | 2：ベアリング        |
| 3：コイルスプリング  | 4：ばね受け         |
| 5：アブソーバ取付金具 | 6：アブソーバ取付金具    |
| 7：可変弾性体     | 7a：外側ゴム外被      |
| 7b：内側ゴム外被   | 7c：導電箔         |
| 7d：導電箔      | 7e：電気絶縁性高分子シート |
| 8：車体取付金具    | 9：ねじ           |
| 10：ピストンロッド  | 14：ピストン        |
| 32：プランジャ    | 37：磁性体コア       |
| 38：電気コイル    |                |

【図8】

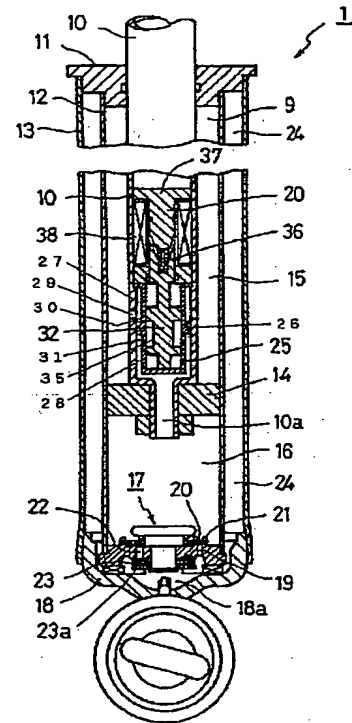


(9)

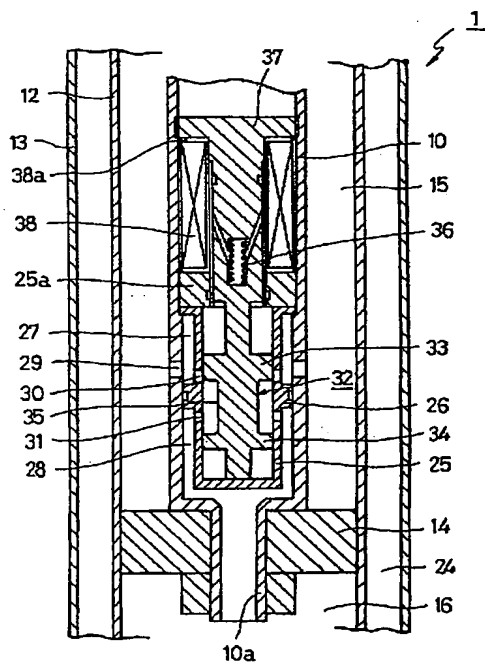
【図1】



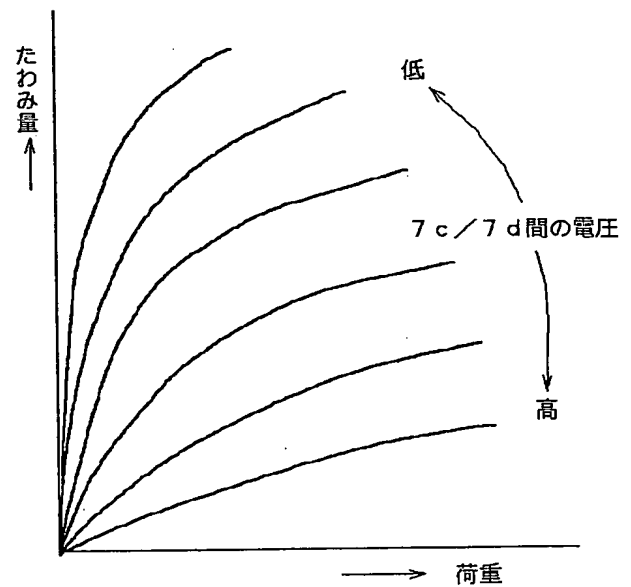
【図2】



【図3】

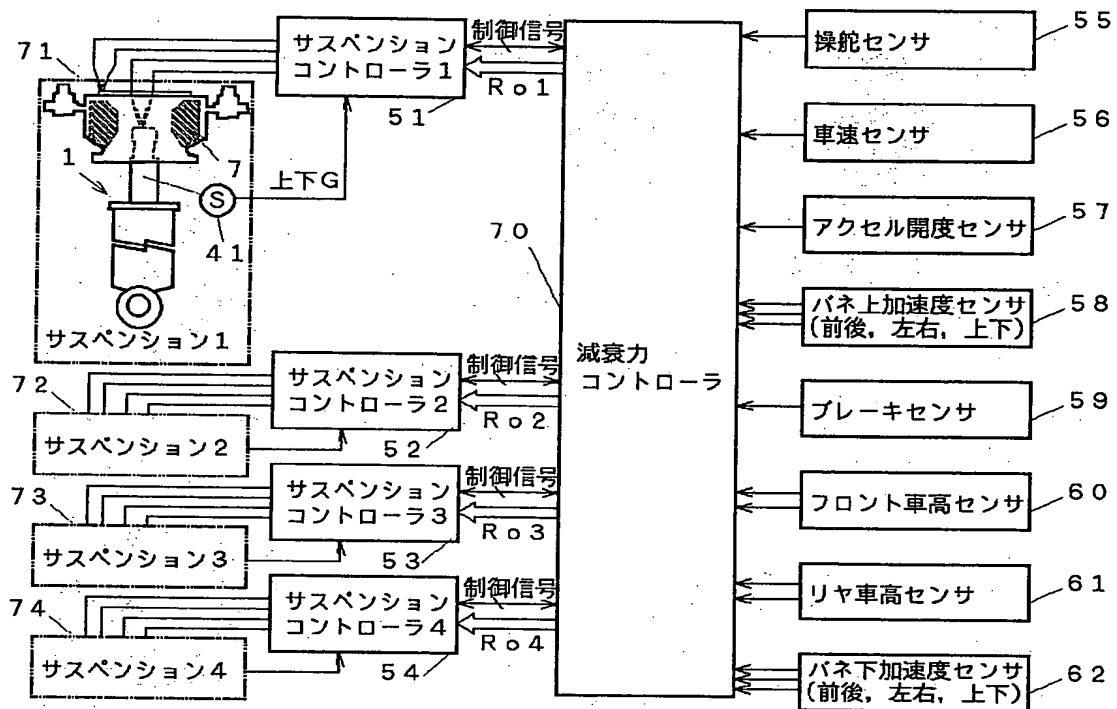


【図4】

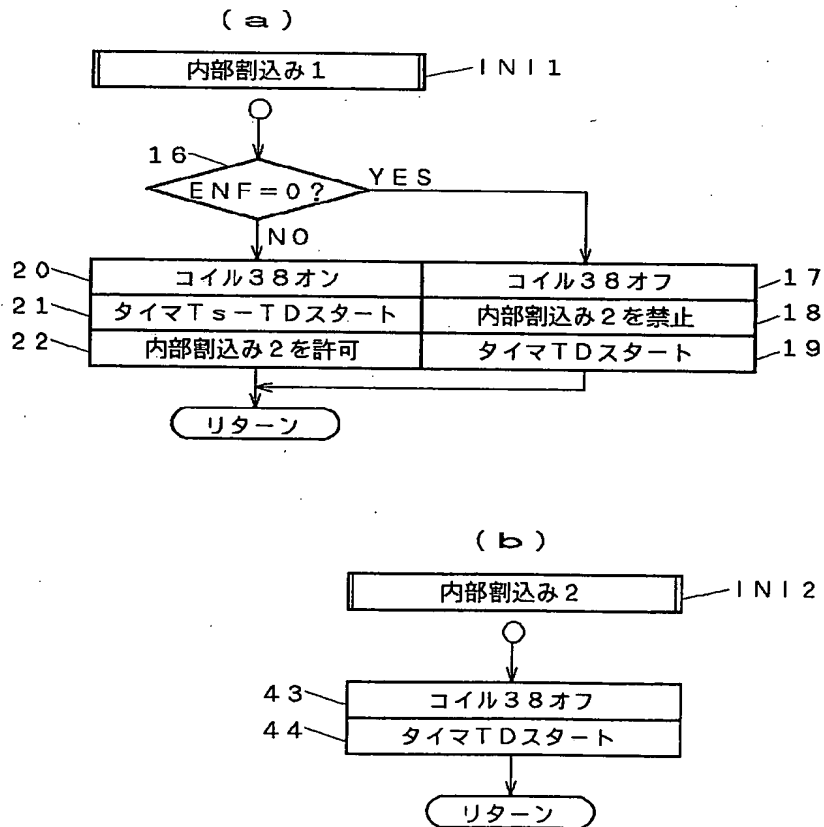


(10)

【図5】

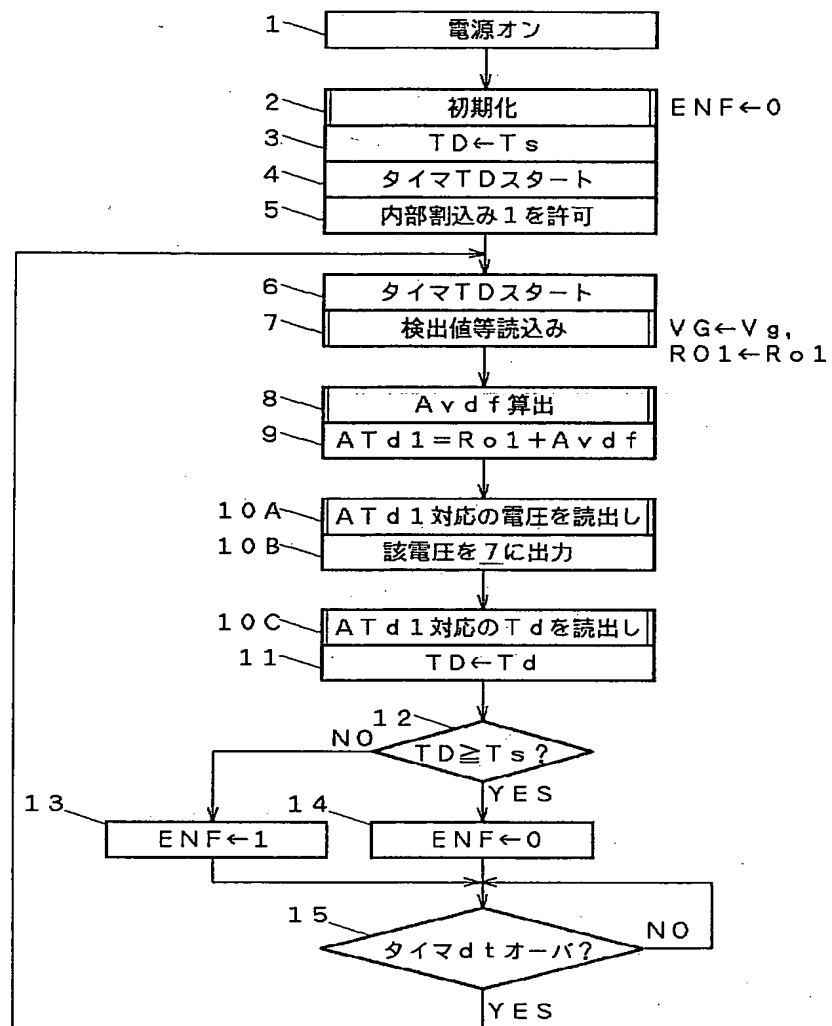


【図7】



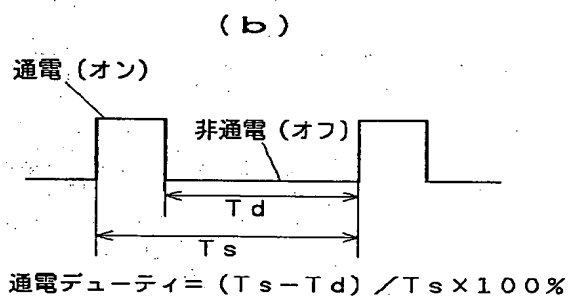
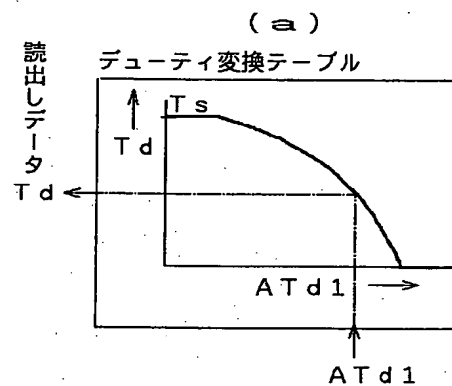
(11)

【図6】



(12)

【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 毛利直樹  
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72)発明者 中井清隆  
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72)発明者 広瀬美治  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 志賀亨  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内